

PAT-NO: JP407018431A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07018431 A  
TITLE: FORMATION OF THIN FILM BY BIAS SPUTTERING  
PUBN-DATE: January 20, 1995

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
MIYOSHI, AYUMI  
MIZUFUNE, YOICHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ANELVA CORP	N/A

APPL-NO: JP05168052

APPL-DATE: July 7, 1993

INT-CL (IPC): C23C014/34, C23C014/40 , G11B005/31

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve the step covering property and to reduce the internal stress of a film by increasing a bias intensity in the initial thin film forming stage and decreasing it in the final thin film forming stage in bias sputtering.

CONSTITUTION: A high-frequency power is supplied to the target 3 and substrate electrode 4 arranged in a vacuum vessel 1 provided with a vacuum pump 2 respectively from high-frequency power sources 5 and 6 to produce plasma. The target 3 is sputtered by the plasma to form a thin film on the surface of a substrate (not shown in the figure) placed on the substrate electrode 4. In this sputtering, the bias intensity is increased in the initial thin

film

forming stage to improve the step coverage of the substrate surface, and the bias intensity is decreased in the final flat thin film forming stage to reduce the internal stress of the entire thin film. The bias intensity is controlled by changing the fed power and phase difference stepwise with the phase shifter 7 and programmable controller 8 connected to the power sources 5 and 6.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the thin film formation approach by the bias sputter which started the thin film formation approach by the bias sputter method, especially is low stress and enabled formation of the good thin film of step coverage nature.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, it faces forming a thin film in a substrate front face by sputtering, and the bias sputter method is learned as a means to improve the covering nature of the level difference on the front face of a substrate. It is the approach of supplying high-frequency power to both a target and a substrate electrode, and forming a thin film in the substrate front face on a substrate electrode. For example, it is used for formation of the alumina protective coat of the thin film head which performs writing or read to a magnetic-recording medium.

[0003] Since a level difference with the intricately high cross-section configuration of a component exists, formation of the alumina protective coat of a thin film head needs to impress bias, in order to improve the covering nature of a level difference. This bias changes in required reinforcement with classes of component, respectively. Step coverage nature will be bad in bias reinforcement being inadequate, a crack will occur on the film, and the engine performance of a head will be fallen. It is necessary to strengthen bias reinforcement, so that a level difference is generally high, and, so that the configuration of a level difference becomes inverse tapered shape-like. Moreover, the magnetic properties of a head need to make internal stress low in order to receive effect in the stress of an alumina protective coat. When bias reinforcement is strengthened in the alumina film, there is a property in which internal stress becomes large. By the conventional approach, bias reinforcement was fixed and film formation was carried out. For this reason, when the need supplied bias reinforcement for step coverage, it was difficult to make internal stress lower than a certain value.

[0004] An alumina protective coat is several 10 micrometers. Although it forms thickly, it is not the reason which needs strong step coverage nature in all the parts under film formation. Although the example of the cross section of the film when carrying out film formation after drawing 2 had impressed bias is shown, the cross section of the alumina film 11 of the upper part A of a level difference 9 has become taper-like (for example, J.Vac.Sci.Tecnol., Vol.13, No.6, Nov./Dec.1976). In order to cover the level difference of the shape of this taper, it is thought that bias reinforcement may be weak.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, by the thin film formation approach by the conventional bias sputter method, since bias reinforcement was set constant, while improving step coverage nature, there was a trouble which cannot make membranous internal stress low. Therefore, the design of a thin film head had also been restrained by the formation process of an alumina protective coat.

[0006]

[Means for Solving the Problem] While this invention was made in view of the trouble and improves

step coverage nature like the above, it aims at offering the thin film formation approach by the bias sputter which can make membranous internal stress low.

[0007] The thin film formation approach by the bias sputter of this invention that attains the \*\*\*\* purpose supplies high-frequency power to both a target and a substrate electrode, strengthens bias reinforcement in early stages of thin film formation in the bias sputter method which forms a thin film in the substrate front face on a substrate electrode, and is characterized by to control bias reinforcement weakly at the telophase of thin film formation when the surface smoothness on the front face of a substrate is obtained.

[0008] Said bias reinforcement is controllable to make it change gradually. Change of this bias reinforcement can be performed by controlling both target injection both [ one side or ] which are supplied to the bias injection power and the target which are supplied to a substrate electrode.

Furthermore, bias reinforcement can also be changed by controlling the phase contrast of said bias injection power and target injection power.

[0009] Bias reinforcement will become strong, if bias injection power is enlarged where target injection power is fixed. Bias reinforcement becomes strong even if it makes target injection power small, where bias injection power is fixed. Where both target injection power and bias injection power are fixed, if both phase contrast is made into about 180 degrees, bias reinforcement will become strong, and when phase contrast is made into about 0 times, it has the relation to which bias reinforcement becomes weak.

[0010]

[Function] According to the thin film formation approach by the bias sputter of this invention, while improving step coverage nature, as the whole thin film, internal stress can be made small.

[0011]

[Example] Hereafter, this invention is explained about an example. Drawing 1 expresses the configuration of the bias sputter equipment used in the example. Exhaust air of a vacuum housing 1 is enabled by the vacuum pump 2 at the vacuum, where sputtering gas is introduced, high-frequency power is supplied to a target 3 from RF generator 5, high-frequency power is supplied to the substrate electrode 4 from RF generator 6 at coincidence, and it has come to be able to perform discharge for film formation within a vacuum housing 1. Moreover, the source of an oscillation synchronizes completely and RF generator 5 and RF generator 6 are changed by the phase shifter 7 in phase contrast. Furthermore, it connects with the programmable controller 8 and enables it for RF generator 5, RF generator 6, and the phase shifter 7 to have changed gradually target injection power, bias injection power, and phase contrast according to the setup.

[0012] Using the above bias sputter equipments, like drawing 3 thru/or drawing 6 , bias reinforcement is strengthened in early stages of thin film formation, is controlled weakly at the telophase of thin film formation when surface surface smoothness is obtained like A of drawing 2 , and a thin film is formed in the substrate front face laid on the substrate electrode 4.

[0013] Drawing 3 is the case where suppose that target injection power is fixed, make small gradually bias injection power supplied to the substrate electrode 4 from RF generator 6, and bias reinforcement is changed gradually. In this case, the phase contrast of RF generators 5 and 6 is 0 times.

[0014] Drawing 4 is the case where set said bias injection power constant, enlarge gradually target injection power supplied to a target 3 from RF generator 5, and bias reinforcement is changed gradually. The phase contrast of RF generators 5 and 6 is 0 times.

[0015] Drawing 5 is the case where bias reinforcement is changed, by setting respectively constant said target injection power and bias injection power, and enlarging phase contrast of RF generators 5 and 6 gradually.

[0016] Furthermore, drawing 6 is the case where control the phase contrast of RF generators 5 and 6 in target injection power and a bias injection power list synthetically, and bias reinforcement is gradually changed to them.

[0017] As mentioned above, the step coverage nature on the front face of a substrate can be improved by strengthening bias reinforcement in early stages of thin film formation. On the other hand, a level difference can fully be covered and internal stress can be made small as the whole thin film formed in a

substrate front face by weakening bias reinforcement at the telophase of thin film formation when surface smoothness is obtained on a front face.

[0018]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, internal stress is made small, and it is effective in that improve and thin film formation can do step coverage nature.

[0019] There is effectiveness which can ease the constraint on the design of a thin film head by applying to the production process of a thin film head.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The thin film formation approach by the bias sputter which supplies high-frequency power to both a target and a substrate electrode, strengthens bias reinforcement in early stages of thin film formation in the bias sputter method which forms a thin film in the substrate front face on a substrate electrode, and is characterized by controlling bias reinforcement weakly at the telophase of thin film formation when the surface smoothness on the front face of a substrate is obtained.

[Claim 2] Bias reinforcement is the thin film formation approach by the bias sputter according to claim 1 controlled gradually.

[Claim 3] Bias reinforcement is the thin film formation approach by the bias sputter according to claim 1 or 2 performed by changing both target injection both [ one side or ] which are supplied to the bias injection power and the target which are supplied to a substrate electrode.

[Claim 4] Bias reinforcement is the thin film formation approach by the bias sputter according to claim 3 to which the phase contrast of the target injection power supplied to the bias injection power and the target which are supplied to a substrate electrode is changed.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-18431

(43) 公開日 平成7年(1995)1月20日

(51) Int.Cl. <sup>a</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C 14/34	S	0827-4K		
	U	0827-4K		
14/40		9046-4K		
G 1 1 B 5/31	F	9197-5D		

審査請求 有 請求項の数4 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平5-168052

(22) 出願日 平成5年(1993)7月7日

(71) 出願人 000227294

日電アネルバ株式会社

東京都府中市四谷5丁目8番1号

(72) 発明者 三好 歩

東京都府中市四谷5丁目8番1号 日電ア  
ネルバ株式会社内

(72) 発明者 水船 洋一郎

東京都府中市四谷5丁目8番1号 日電ア  
ネルバ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴木 正次

(54) 【発明の名称】 バイアススパッタによる薄膜形成方法

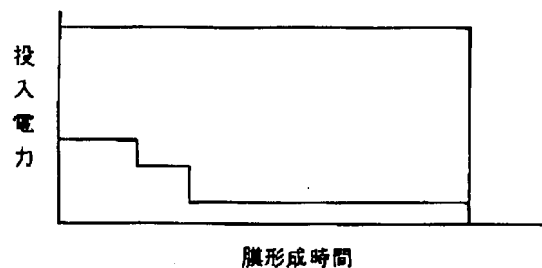
(57) 【要約】

【目的】 段差被覆性を向上すると共に、膜の内部応力を低くできるバイアススパッタによる薄膜形成方法を提供することを目的としている。

【構成】 ターゲット3と基板電極4の両方に高周波電力を供給し、基板電極上の基板表面に薄膜を形成するバイアススパッタ法において、薄膜形成初期には、バイアス強度を強くし、基板表面の平坦性が得られる薄膜形成終期には、バイアス強度を弱く制御する。

ターゲット投入電力

バイアス投入電力



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ターゲットと基板電極の両方に高周波電力を供給し、基板電極上の基板表面に薄膜を形成するバイアススパッタ法において、薄膜形成初期には、バイアス強度を強くし、基板表面の平坦性が得られる薄膜形成終期には、バイアス強度を弱く制御することを特徴とするバイアススパッタによる薄膜形成方法。

【請求項2】 バイアス強度は、段階的に制御する請求項1記載のバイアススパッタによる薄膜形成方法。

【請求項3】 バイアス強度は、基板電極に供給するバイアス投入電力およびターゲットに供給するターゲット投入電力の一方又は両方を変化させて行う請求項1又は2記載のバイアススパッタによる薄膜形成方法。

【請求項4】 バイアス強度は、基板電極に供給するバイアス投入電力およびターゲットに供給するターゲット投入電力の位相差を変化させる請求項3記載のバイアススパッタによる薄膜形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、バイアススパッタ法による薄膜形成方法に係り、特に低応力でかつ段差被覆性の良い薄膜の形成を可能としたバイアススパッタによる薄膜形成方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、スパッタリングにより基板表面に薄膜を形成するに際し、基板表面の段差の被覆性を向上する手段として、バイアススパッタ法が知られている。ターゲットと基板電極の両方に高周波電力を供給し、基板電極上の基板表面に薄膜を形成する方法である。例えば磁気記録媒体へ書込みまたは読取りを行う薄膜ヘッドのアルミナ保護膜の形成に利用されている。

【0003】薄膜ヘッドのアルミナ保護膜の形成は、素子の断面形状が複雑でありかつ高い段差が存在するため、段差の被覆性を向上するためにバイアスを印加する必要がある。このバイアスは素子の種類により必要な強度がそれぞれ異なっている。バイアス強度が不十分であると、段差被覆性が悪く、膜にクラックが発生し、ヘッドの性能を低下してしまう。一般的に段差が高いほど、また段差の形状が逆テーパ状になるほどバイアス強度を強くする必要がある。また、ヘッドの磁気特性はアルミナ保護膜の応力に影響を受けるため、内部応力を低くすることが必要である。アルミナ膜においてはバイアス強度を強くすると内部応力が大きくなる性質がある。従来の方法では、バイアス強度を一定にして膜形成していた。このため、段差被覆のために必要バイアス強度を投入すると、内部応力がある値よりも低くすることが困難であった。

【0004】アルミナ保護膜は数10 $\mu$ mと厚く形成するものであるが、膜形成中の全ての部分で強い段差被覆性が必要なわけではない。図2はバイアスを印加した状

態で膜形成したときの膜の断面の例を示したものであるが、段差9の上部Aのアルミナ膜11の断面はテーパ状になっている（例えば、J. Vac. Sci. Technol., Vol. 13, No. 6, Nov./Dec. 1976）。このテーパ状の段差を被覆するためにはバイアス強度は弱くてもよいと考えられる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】前記のように、従来のバイアススパッタ法による薄膜形成方法では、バイアス強度を一定としていたので、段差被覆性を向上すると共に、膜の内部応力を低くすることができない問題点があった。従って薄膜ヘッドの設計がアルミナ保護膜の形成プロセスに制約されることにもなっていた。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】この発明は前記の如くの問題点に鑑みてなされたもので、段差被覆性を向上すると共に、膜の内部応力を低くできるバイアススパッタによる薄膜形成方法を提供することを目的としている。

## 【0007】

斯る目的を達成するこの発明のバイアススパッタによる薄膜形成方法は、ターゲットと基板電極の両方に高周波電力を供給し、基板電極上の基板表面に薄膜を形成するバイアススパッタ法において、薄膜形成初期には、バイアス強度を強くし、基板表面の平坦性が得られる薄膜形成終期には、バイアス強度を弱く制御することを特徴としている。

【0008】前記バイアス強度は、段階的に変化させるように制御することができる。このバイアス強度の変化は、基板電極に供給するバイアス投入電力およびターゲットに供給するターゲット投入電力の一方又は両方を制御することで行うことができる。また、更には前記バイアス投入電力とターゲット投入電力の位相差を制御することで、バイアス強度を変化させることもできる。

【0009】ターゲット投入電力を一定にした状態でバイアス投入電力を大きくすると、バイアス強度が強くなる。バイアス投入電力を一定にした状態でターゲット投入電力を小さくしても、バイアス強度が強くなる。ターゲット投入電力とバイアス投入電力の両方を一定にした状態で、両者の位相差を約180度にするとバイアス強度が強くなり、位相差を約0度とするとバイアス強度が弱くなる関係にある。

## 【0010】

【作用】この発明のバイアススパッタによる薄膜形成方法によれば、段差被覆性を向上すると共に、薄膜全体としては、内部応力を小さくすることができる。

## 【0011】

【実施例】以下、この発明を実施例について説明する。図1は実施例で使用したバイアススパッタ装置の構成を表わしている。真空容器1は真空ポンプ2により真空中に排気可能とされており、スパッタガスを導入した状態でターゲット3には高周波電源5より高周波電力が供給さ



れ、同時に基板電極4には高周波電源6より高周波電力が供給され、真空容器1内で膜形成のための放電ができるようになっている。また、高周波電源5と高周波電源6は発振源が完全に同期しており、フェイズシフター7により位相差を変化させられるようになっている。更に、高周波電源5と高周波電源6とフェイズシフター7はプログラマブルコントローラ8に接続されており、ターゲット投入電力とバイアス投入電力と位相差とを設定に従って段階的に変化させることができるようにしてある。

【0012】前記のようなバイアススパッタ装置を用いて、図3乃至図6のようにバイアス強度を、薄膜形成初期には強くし、図2のAのように表面の平坦性が得られる薄膜形成終期には弱く制御して、基板電極4上に載置した基板表面に薄膜を形成する。

【0013】図3は、ターゲット投入電力は一定とし、高周波電源6より基板電極4に供給されるバイアス投入電力を段階的に小さくして、バイアス強度を段階的に変化させる場合である。この場合、高周波電源5、6の位相差は0度である。

【0014】図4は、前記バイアス投入電力を一定として、高周波電源5よりターゲット3に供給されるターゲット投入電力を段階的に大きくして、バイアス強度を段階的に変化させる場合である。高周波電源5、6の位相差は0度である。

【0015】図5は、前記ターゲット投入電力およびバイアス投入電力を夫々一定として、高周波電源5、6の位相差を段階的に大きくすることにより、バイアス強度を変化させた場合である。

【0016】更に図6は、ターゲット投入電力およびバイアス投入電力並びに、高周波電源5、6の位相差を総合的に制御して、バイアス強度を段階的に変化させる場

合である。

【0017】以上のように、薄膜形成初期にバイアス強度を強くすることで、基板表面の段差被覆性を向上することができる。一方、段差を十分に覆い、表面に平坦性が得られる薄膜形成終期にはバイアス強度を弱くすることで、基板表面に形成される薄膜全体としては、内部応力を小さくすることができる。

【0018】

【発明の効果】以上に説明したようにこの発明によれば、内部応力を小さくし、かつ段差被覆性を向上して薄膜形成ができる効果がある。

【0019】薄膜ヘッドの製造工程に応用することで、薄膜ヘッドの設計上の制約を緩和できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例で使用したバイアススパッタ装置の構成図である。

【図2】段差のある基板表面の断面形状を説明する図である。

【図3】この発明の実施例のターゲット投入電力とバイアス投入電力のグラフである。

【図4】この発明の第2実施例のターゲット投入電力とバイアス投入電力のグラフである。

【図5】この発明の第3実施例のターゲット投入電力、バイアス投入電力および位相差のグラフである。

【図6】この発明の第4実施例のターゲット投入電力、バイアス投入電力および位相差のグラフである。

【符号の説明】

1 ターゲット

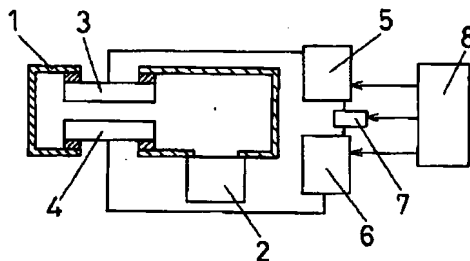
4 基板電極

5、6 高周波電源

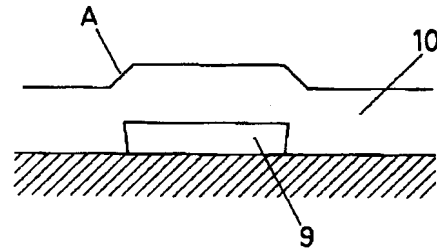
7 フェイズシフター

8 プラログラムブルコントローラ

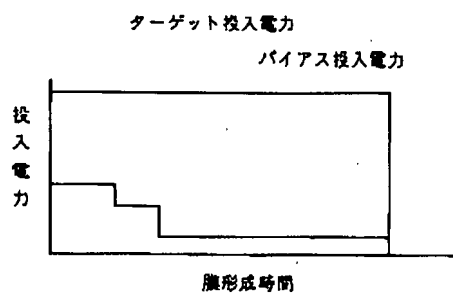
【図1】



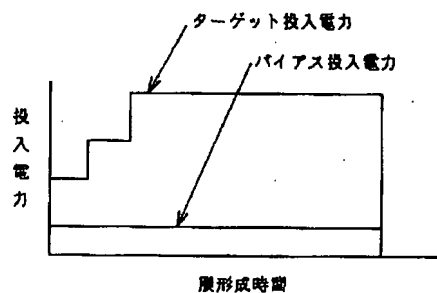
【図2】



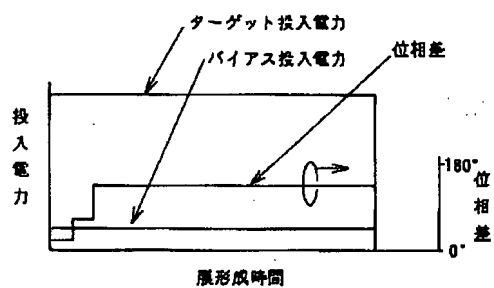
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

